

# Microcomponents of microinductance or microtransformer type and manufacturing process

**Publication number:** FR2793943 (B1)

**Publication date:** 2001-07-13

**Inventor(s):** BASTERES LAURENT; MHANI AHMED; KARAM JEAN MICHEL; CHARRIER CATHERINE; BOUCHON ERIC; IMBERT GUY; VALENTIN FRANCOIS +

**Applicant(s):** MEMSCAP [FR] +

**Classification:**


- international: **H01F17/00; H01F17/04; H01F17/06; H01F41/04; H01F17/00; H01F17/04; H01F17/06; H01F41/04; (IPC1-7): H01F41/14; B81C1/00**


- European: H01F17/00A4; H01F41/04A2; H01F41/04A8


**Application number:** FR19990006433 19990518


**Priority number(s):** FR19990006433 19990518


**Also published as:**

 FR2793943 (A1)

 EP1054417 (A1)

 US6429764 (B1)

 JP2000353617 (A)

 CA2308871 (A1)

Abstract not available for FR 2793943 (B1)

Abstract of corresponding document: **EP 1054417 (A1)**

The microcomponent manufacture technique has a substrate etched with a number of channels. Copper is deposited by electrolysis in the channels and planed flat. A central section (12) is deposited above the segments (7). The central section is then etched for arch sections, each arc connected to an adjacent segment and forming a spiral winding.

.....  
Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 793 943**

②① N° d'enregistrement national : **99 06433**

⑤① Int Cl<sup>7</sup> : H 01 F 41/14, B 81 C 1/00

①②

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

**A1**

②② Date de dépôt : 18.05.99.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 24.11.00 Bulletin 00/47.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥① Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : MEMSCAP Société anonyme — FR et  
PLANHEAD SILMAG P H S — FR.

⑦② Inventeur(s) : BASTERES LAURENT, MHANI  
AHMED, KARAM JEAN MICHEL, CHARRIER  
CATHERINE, BOUCHON ERIC, IMBERT GUY et  
VALENTIN FRANCOIS.

⑦③ Titulaire(s) :

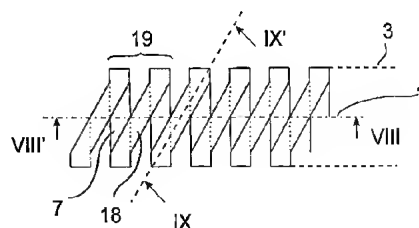
⑦④ Mandataire(s) : CABINET LAURENT ET CHARRAS.

⑤④ MICRO-COMPOSANTS DU TYPE MICRO-INDUCTANCE OU MICRO- TRANSFORMATEUR, ET PROCEDE DE  
FABRICATION DE TELS MICRO- COMPOSANTS.

⑤⑦ Procédé de fabrication d'un micro-composant électri-  
que tel que micro-inductance ou micro-transformateur, in-  
cluant au moins un bobinage, et comprenant une couche de  
substrat,

caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes  
consistant :

- à graver sur le substrat une pluralité de canaux dispo-  
sés de façon ordonnée selon une bande (3), et orientés sen-  
siblement perpendiculairement à ladite bande (3);
- à déposer par électrolyse, du cuivre dans lesdits ca-  
naux de façon à former une pluralité de segments (7);
- à planariser la face supérieure du substrat et de la plu-  
ralité de segments (7);
- à déposer au-dessus dudit substrat (1) et desdits seg-  
ments (7), au moins une couche destinée à former un  
noyau;
- à graver le noyau pour ne le conserver qu'au-dessus  
de ladite bande;
- à déposer par électrolyse au-dessus du noyau (15),  
une pluralité d'arches (18), chaque arche reliant une extré-  
mité d'un segment (7) avec une extrémité d'un segment ad-  
jacent, en passant au-dessus dudit noyau.



FR 2 793 943 - A1



**MICRO-COMPOSANTS DU TYPE MICRO-INDUCTANCE OU MICRO-TRANSFORMATEUR, ET PROCEDE DE FABRICATION DE TELS MICRO-COMPOSANTS**

**5 Domaine Technique**

L'invention se rattache au domaine de la micro-électronique, et plus précisément au secteur de la fabrication de micro-composants, notamment destinés à être utilisés dans des applications radiofréquence. Elle concerne plus particulièrement des micro-composants tels que des micro-inductances ou des  
10 micro-transformateurs. Elle vise également un procédé de fabrication de tels micro-composants permettant d'obtenir des composants présentant une forte valeur inductive, et des pertes résistives et magnétiques minimales.

**Techniques antérieures**

15 Comme on le sait, les circuits électroniques utilisés dans les applications radiofréquence incluent des circuits oscillants formés par l'association d'une capacité et d'une inductance.

La tendance à la miniaturisation des appareils tels que notamment les  
20 téléphones portables, nécessite de réaliser de tels composants dans un encombrement de plus en plus réduit.

Par ailleurs, il est demandé à ces composants inductifs de présenter des caractéristiques électriques optimales à des fréquences de plus en plus élevées, et  
25 sur des gammes de fréquence de plus en plus larges.

Ainsi, s'agissant du facteur de qualité caractérisant les inductances, un problème qui se pose est celui des capacités parasites existant entre les spires formant un bobinage inductif.

30

En outre, pour des considérations d'autonomie et de consommation électrique il importe également de limiter la résistance électrique de ces inductances, qui a également une influence sur la valeur du facteur de qualité.

35

Ainsi, l'invention propose de résoudre plusieurs problèmes, à savoir l'influence de la résistance sur la valeur du facteur de la qualité d'une inductance, ainsi que la limitation du coefficient de self-inductance imposée par les géométries existantes.

5

Par ailleurs, dans les applications radiofréquence, on utilise également des micro-transformateurs de signal ou de courant, qui doivent répondre aux mêmes contraintes d'encombrement que celles identifiées pour les inductances.

10 En outre, le problème se pose d'obtenir un couplage magnétique aussi parfait que possible entre les deux enroulements d'un transformateur.

On a déjà proposé de réaliser des micro-composants incluant des bobinages inductifs réalisés par des techniques de micro-usinage.

15

De tels micro-composants, montés en surface, sont réalisés par le bobinage d'un fil de cuivre autour d'un noyau de ferrite ou de matériau ferromagnétique, puis un assemblage avec des plots de contact en extérieur de barrettes.

20 Des micro-transformateurs ont également été réalisés par les mêmes techniques avec des problèmes supplémentaires inhérents à la mise en boîtier plastique.

De tels composants sont très difficiles à miniaturiser, ce qui se traduit par la  
25 limitation de la possibilité de réduire leur consommation électrique, et un encombrement qui reste élevé, ce qui limite leurs utilisations dans les appareils portables.

Par ailleurs, on a également proposé, comme illustré dans le document  
30 US 5 279 988, de fabriquer des micro-inductances ou micro-transformateurs grâce à des technologies de type micro-électronique.

35

Néanmoins, ces techniques mettent en œuvre des procédés possédant un grand nombre d'étapes, ce qui les rend complexes, et voire coûteuses. En outre, l'enchaînement de cette multitude d'étapes ne permet pas d'obtenir un couplage optimal entre les spires du bobinage et le noyau magnétique.

5

Par ailleurs, les solutions mettant en œuvre des procédés de micro-mécanique s'avèrent inefficaces, car les tolérances nécessaires dans ces technologies limitent fortement la précision de tels micro-composants.

10 L'invention se propose donc de résoudre les problèmes d'encombrement de micro-inductance ou de micro-transformateur, tout en conservant de très bonnes caractéristiques électriques, soit en valeur d'inductance et en facteur de qualité, soit en couplage magnétique.

15 Un autre problème que se propose de résoudre l'invention est celui de la complexité des procédés de fabrication de tels micro-composants.

### **Exposé de l'invention**

L'invention concerne donc notamment un procédé de fabrication d'un micro-  
20 composant électrique, tel que micro-inductance ou micro-transformateur, incluant au moins un bobinage, et comprenant une couche de substrat.

Ce procédé se caractérise en ce qu'il comprend les étapes suivantes consistant :

- 25 – à graver sur le substrat une pluralité de canaux disposés de façon ordonnée selon une bande, et orientés sensiblement perpendiculairement à ladite bande ;
- à déposer par électrolyse, du cuivre dans lesdits canaux de façon à former une pluralité de segments ;
- à planariser la face supérieure du substrat et de la pluralité de segments ;
- 30 – à déposer au-dessus dudit substrat et desdits segments, au moins une couche destinée à former un noyau ;
- à graver le noyau pour ne le conserver qu'au-dessus de ladite bande ;
- à déposer par électrolyse au-dessus du noyau, une pluralité d'arches, chaque arche reliant une extrémité d'un segment avec une extrémité d'un
- 35 segment adjacent, en passant au-dessus dudit noyau.

Ainsi, le substrat sert de support mécanique, rigidifiant la base du composant. En outre, lorsque le substrat utilisé présente de bonnes propriétés diélectriques, la capacité parasite entre les différents segments formant la base du micro-composant est relativement faible.

5

Ainsi, conformément à l'invention, ces micro-composants comportent des spires à trois dimensions, de forme sensiblement hélicoïdale se rapprochant le plus de la forme idéale, à savoir pour les inductances de la section circulaire, qui par tour réalisé présente le moindre périmètre.

10

Pour la réalisation de micro-transformateurs, la partie haute des spires est réalisée à la manière d'un pont qui enjambe le noyau qui servira de circuit magnétique.

15

Pour réaliser des inductances, on procède en outre à une élimination dudit noyau après l'étape de dépôt des arches, le noyau sacrificiel étant alors réalisé en résine ou en un matériau polymère organique soluble.

20

De la sorte, on obtient une micro inductance de forme solénoïde ne présentant aucune matière interposée entre les spires, à l'exception de la partie du substrat dans laquelle est ancré le bas des spires. On obtient de la sorte une micro-inductance de forte valeur de self-inductance, et dont la capacité parasite entre spires est extrêmement faible.

25

De telles inductances fonctionnent donc dans des plages de fréquence larges avec un coefficient de qualité important.

30

L'utilisation de cuivre, préférentiellement en épaisseur de quelques dizaines de micromètres permet en outre de réduire fortement la résistance du bobinage, et d'augmenter fortement le facteur de qualité, dès les basses fréquences.

Dans une variante de réalisation, le noyau est réalisé en un matériau ferromagnétique.

35

De la sorte, on assure un couplage magnétique entre les différentes spires du bobinage.

Ainsi, si l'on réalise une micro inductance, l'utilisation d'un noyau magnétique augmente encore la valeur de la self-inductance.

Par ailleurs, si le noyau magnétique présente une géométrie en boucle, on  
5 peut ainsi réaliser des micro-transformateurs en réalisant un second bobinage analogue au premier, en sélectionnant le rapport du nombre de spires entre ces deux bobinages selon l'application voulue.

En pratique, pour réaliser les composants incluant un noyau magnétique,  
10 après l'étape de planarisation, on procède au dépôt d'une couche isolante, avant dépôt de la couche destinée à former le noyau magnétique. Après gravure du noyau, on procède au dépôt d'une couche isolante par dessus le noyau.

De la sorte, les segments formant le bas des spires et les arches formant la  
15 partie haute des spires ne sont pas en contact avec le matériau magnétique.

Néanmoins, la faible épaisseur de ces couches isolantes permet d'obtenir un couplage optimal, car les segments et les arches de chaque spire sont au plus près du noyau magnétique.  
20

En outre, lorsque le composant est destiné à être utilisé en atmosphère humide, voire chimiquement agressive, on effectue un dépôt d'une couche de passivation au-dessus des arches.

25 De la sorte, on s'affranchit des risques de corrosion du cuivre, qui dégraderait les caractéristiques électriques, et notamment la résistance électrique d'un tel composant.

Comme déjà dit, l'invention concerne non seulement le procédé de  
30 fabrication, mais également des micro-composants électriques du type micro-inductance ou micro-transformateur incluant au moins un bobinage inductif, et comprenant une couche de substrat.

Ces micros composants se caractérisent en ce que ledit bobinage est formé d'une pluralité de spires adjacentes en série disposées selon une bande, chacune des spires étant constituée :

- d'un segment de cuivre formé à l'intérieur de canaux gravés dans le substrat ;
- 5 – d'une arche reliant une extrémité dudit segment à une extrémité du segment de la spire adjacente, en passant au-dessus de ladite bande ;

De la sorte, le bobinage d'un tel micro composant présente une forme solénoïde d'une forte rigidité, puisque fermement ancrée dans une couche de  
10 substrat, et d'autre part présentant des propriétés électriques optimales, de par la forme en pont ou en arche de la partie haute des spires.

Ainsi, selon différentes variantes, le micro composant peut inclure un noyau en matériau ferromagnétique, traversant les spires et disposé entre les segments et  
15 les arches.

Dans le cas où le noyau forme une boucle fermée, le micro-composant peut comporter un second bobinage enroulé sur ledit noyau, de manière à former le micro transformateur.

20

Dans le cas d'une inductance, le noyau magnétique présente une forme de barreau.

Selon une caractéristique de l'invention, l'espace compris entre les arches des  
25 spires adjacentes est rempli d'air, ce qui limite très fortement la valeur de la capacité parasite existante entre spires et permet l'utilisation d'une telle micro inductance à de hautes fréquences.

Dans une forme préférée, au moins les arches sont recouvertes d'une couche  
30 de passivation réalisée en un matériau choisi dans le groupe contenant l'or et les alliages à base d'or.

### **Description sommaire des figures**

La manière de réaliser l'invention, ainsi que les avantages qui en découlent  
35 ressortiront bien de la description des modes de réalisation qui suivent, à l'appui des figures annexées, dans lesquelles :



Les figures 1 à 3, 5 et 6 sont des vues en coupe longitudinales médianes d'une inductance réalisée conformément à l'invention, au fur et à mesure de l'enchaînement des étapes de son procédé de fabrication.

La figure 4 est une vue de dessus de la même inductance après l'étape de  
5 gravure du noyau.

La figure 7 est une vue de dessus d'une inductance conforme à l'invention.

La figure 8 est une vue en coupe selon le plan repéré VIII-VIII sur la figure 7.

La figure 9 est une vue en coupe selon le plan repéré IX-IX de la figure 7.

La figure 10 est une vue en coupe longitudinale médiane d'un transformateur  
10 ou d'une inductance illustrée au moment du dépôt de la couche magnétique.

La figure 11 est une vue de dessus d'un enroulement d'une inductance ou d'un transformateur équipé d'un noyau magnétique.

La figure 12 est une vue en coupe selon le plan repéré XII-XII sur la figure  
11.

15 La figure 13 est une vue en coupe selon le plan repéré XIII-XIII sur la figure 11.

La figure 14 est une vue de dessus schématique d'un transformateur réalisé conformément à l'invention.

## 20 Manière de réaliser l'invention

Comme déjà dit, l'invention concerne un procédé de réalisation d'un micro composant électrique tel que micro-inductance ou micro-transformateur pouvant notamment inclure un noyau magnétique.

25 De nombreuses étapes du procédé sont communes à la réalisation de micro-inductances et de micro-transformateurs, de sorte que dans la suite de la description, les étapes communes ne seront décrites qu'une fois.

Le procédé de réalisation d'une inductance est illustré aux figures 1 à 6.  
30

Comme illustré à la figure 1, une des premières étapes du procédé consiste à réaliser, dans une couche de substrat (1) préférentiellement en quartz, une pluralité de canaux (2).

35

A titre d'exemple, non limitatif, ces différents canaux (2) présentent une profondeur comprise entre 1 et 30 microns, une largeur comprise entre 1 et 30 microns, et une longueur de l'ordre de 5 à plusieurs dizaines de microns. Dans une forme particulière non limitative, chacun de ces canaux (2) sont éloignés les uns des autres d'une distance de l'ordre de d'une demi largeur de canal.

Ces différents canaux (2) sont disposés de façon ordonnée selon une bande (3) telle qu'elle est matérialisée en traits pointillés à la figure 7, et qui correspond à la direction générale de l'axe (4) du bobinage de l'inductance ou du micro-transformateur.

Dans la forme illustrée, ces canaux (2) sont perpendiculaires à la direction de la bande (3), mais d'autres géométries peuvent être adoptées dans lesquelles par exemple chaque canal présente une orientation fixe par rapport à l'axe de la bande.

Par la suite, comme illustré à la figure 2, on procède à un dépôt de métal, avantageusement de cuivre, à l'intérieur des canaux (2), par électrolyse.

L'utilisation de cuivre, combinée avec la profondeur des canaux permet d'obtenir des segments (7) présentant une résistance électrique relativement faible, ce qui s'avère avantageux en termes de consommation électrique ainsi que pour le facteur de qualité d'une inductance.

Après l'étape de dépôt par électrolyse, on procède, comme montré à la figure 3, à la planarisation assurant un état de surface aussi plan que possible à la face supérieure du substrat.

Par cette opération, les segments de cuivre (7) présents à l'intérieur des canaux (2) sont également planarisés, et leur face supérieure (8) se trouve au même niveau que la face supérieure (10) du substrat (1).

En d'autres termes, les segments de cuivre (7) affleurent mais ne dépassent pas de la face supérieure (10) du substrat (1).

Par la suite, le procédé diffère selon que l'on réalise une inductance dans l'air ou un micro transformateur ou une inductance présentant un noyau magnétique.

Ainsi, dans le cas où l'on réalise une inductance dans l'air, on dépose au-dessus du substrat (1) et des segments de cuivre (7), une couche de résine polymère (12) destinée à être éliminée en fin de procédé. Cette résine polymère (12) est une résine du type photosensible couramment utilisée dans ce genre d'application  
5 micro-électronique. De la sorte, il est aisé d'en définir la géométrie en forme de barres, puis par fluage d'aboutir à une forme de type demi circulaire sans recourir à d'autre procédé, comme illustré à la figure 4.

Ensuite, on dépose une sous-couche de croissance métallique (13) sur toute la  
10 surface (10) du substrat (1) et du ou des noyaux ainsi formés. Une résine photosensible (14) est ensuite déposée sur cette sous-couche de croissance métallique (13).

Par la suite, la résine photosensible (14) est insolée en utilisant un masque  
15 permettant d'ouvrir des motifs (16) reliant deux segments (7) ancrés dans le substrat.

Par la suite, comme illustré à la figure 5, le motif (16) ainsi ouvert est rempli de métal déposé par électrolyse, de manière à former un pont (17) entre deux  
20 extrémités de segments (7) adjacents. Les flancs des motifs (16), réalisés dans la résine, permettent d'obtenir des arches (17) dont les parois sont relativement planes.

Par la suite, on réalise une étape de gravure qui permet d'éliminer la résine  
25 (14) et la sous-couche métallique (13) ayant servi à la croissance pour obtenir une pluralité d'arches formant la partie haute des spires, reposant sur le noyau.

Pour obtenir, comme illustré à la figure 6, une inductance dans l'air, on procède à l'élimination par dissolution ou gravure par plasma du noyau de résine  
30 (15) sur lequel se sont formées les arches métalliques (17).

On obtient ainsi, comme illustré à la figure 7, une inductance comprenant des segments rectilignes (7) formant la partie basse de chaque spire et des arches (18) reliant des segments adjacents (7).

Comme on le voit à la figure 8, de telles spires ont ainsi une forme sensiblement elliptique, se rapprochant de la forme circulaire idéale, qui présente par tour réalisé le moindre périmètre.

- 5 Par la suite, on procède au dépôt d'une couche de passivation typiquement réalisée en or ou en alliage à base d'or pour protéger le cuivre de l'oxydation. Cette couche présente une épaisseur de l'ordre de quelques centaines d'Angström.

De la sorte, l'inductance ainsi obtenue présente des spires qui sont, dans leur  
10 majeure partie, séparées des spires suivantes par une couche d'air, ce qui limite très fortement la capacité parasite entre spires. Les seules parties des spires n'étant pas séparées par de l'air sont les segments rectilignes (7), qui sont séparés par une zone de substrat en quartz, dont les propriétés diélectriques sont également favorables en termes de capacité parasite.

15

Comme déjà dit, l'invention permet également de réaliser des inductances incorporant un noyau magnétique, ou des micro-transformateurs.

Ainsi, pour réaliser de tels micro-composants, le procédé conforme à  
20 l'invention enchaîne les étapes de gravure du substrat, de dépôt de cuivre pour former les segments, et de planarisation telles qu'illustrées aux figures 1 à 3.

Par la suite, on procède, comme illustré à la figure 10, au dépôt d'une couche isolante (21) réalisée à plat sur toute la surface de la plaque, c'est-à-dire au-dessus  
25 du substrat (1) et des segments (7).

L'épaisseur de cette couche isolante (21) est minimisée, typiquement de l'ordre de quelques dixièmes de microns, de manière à limiter la distance séparant le noyau magnétique et les spires de cuivre pour améliorer le couplage magnétique.  
30

Par la suite, au-dessus de la couche d'isolant (21), on dépose une couche de matériau magnétique (22), déposée soit par électrolyse, soit par dépôt en pulvérisation cathodique réactives.

Typiquement, les matériaux utilisés pour réaliser cette couche magnétique sont des alliages de fer et nickel généralement appelés permalloy, ou d'autres composés laminés.

5 Par la suite, on procède à une gravure de la couche de matériau magnétique (22) pour ne conserver ce dernier que dans la zone correspondant à l'emplacement du noyau magnétique proprement dit. Le matériau magnétique est par exemple gravé par un procédé de lithogravure connu par ailleurs.

10 Par la suite, lorsque le matériau magnétique présente la configuration du noyau, on procède à un dépôt, au-dessus de ce dernier, d'un film mince de matériau isolant (24), d'une épaisseur typique de l'ordre de quelques dixièmes de micron.

Le film isolant supérieur (24) s'étend sur le noyau magnétique (22) et sur le  
15 premier film isolant (21) déposé sur le substrat (2).

Ces deux films (21, 24) sont gravés à l'aplomb des extrémités du segment (7) ancré dans le substrat (2), de manière à former une ouverture de contact permettant la connexion électrique entre le segment (7) et les futures arches qui seront formées  
20 au-dessus du noyau.

Par la suite, comme déjà décrit pour la réalisation d'inductances dans l'air, on procède au dépôt d'une sous-couche de croissance métallique par dessus le noyau magnétique, puis à la formation des arches de cuivre destinées à former les spires.  
25 La géométrie des extrémités des arches permet de maximiser la surface de contact avec le segment inférieur (7).

On procède ultérieurement au dépôt de la couche de passivation à base d'or ou d'alliage d'or.

30

On obtient ainsi le produit illustré partiellement à la figure 12, dans lequel les spires (28) comprennent des segments rectilignes (7) ancrés dans le substrat et des arches (29) reliant les extrémités de deux segments (7) adjacents disposés de part et d'autre du noyau (22).

35

Comme on le voit aux figures 12 et 13, la faible épaisseur des films isolants (21, 24) permet un couplage magnétique optimal.

De la sorte, on peut réaliser des inductances présentant un noyau magnétique  
5 destiné à augmenter le coefficient de self-inductance.

Ainsi, par cette technique, on a pu obtenir des inductances dans une gamme allant du nanoHenry à quelques dizaines de microHenry. De telles inductances, dans la version sans noyau magnétique, peuvent présenter un facteur de qualité de  
10 plusieurs dizaines à des fréquences de quelques GigaHertz.

Comme déjà dit, le procédé conforme à l'invention permet d'obtenir, par la combinaison de deux enroulements (30, 31) et d'un noyau (32) en boucle fermée, un micro transformateur tel qu'illustré à la figure 14. De tels transformateurs sont  
15 utilisés pour l'isolation galvanique entre entrée et sortie de circuits, ou bien encore pour des applications de transformation du signal.

#### Applications industrielles

Les micros composants réalisés conformément au procédé de l'invention  
20 peuvent être utilisés dans de nombreuses applications, et notamment celles liées à la téléphonie mobile, au traitement du signal et à la miniaturisation.

De tels composants peuvent notamment être montés par la technique connue sous l'appellation de "flip-chip " directement sur des circuits intégrés.

**REVENDICATIONS**

- 1/ Procédé de fabrication d'un micro-composant électrique tel que micro-inductance ou micro-transformateur, incluant au moins un bobinage, et comprenant  
5 une couche de substrat,  
caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes consistant :
- à graver sur le substrat (1) une pluralité de canaux (2) disposés de façon ordonnée selon une bande (3), et orientés sensiblement perpendiculairement à ladite bande (3) ;
  - 10 - à déposer par électrolyse, du cuivre dans lesdits canaux de façon à former une pluralité de segments (7) ;
  - à planariser la face supérieure (10) du substrat et de la pluralité de segments (7) ;
  - à déposer au-dessus dudit substrat (1) et desdits segments (7), au moins une couche (12) destinée à former un noyau (15) ;
  - 15 - à graver le noyau pour ne le conserver qu'au-dessus de ladite bande ;
  - à déposer par électrolyse au-dessus du noyau (15), une pluralité d'arches (17), chaque arche (17) reliant une extrémité d'un segment (7) avec une extrémité d'un segment adjacent, en passant au-dessus dudit noyau (15).
- 20 2/ Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le noyau est réalisé en une résine (12), et en ce qu'il comporte en outre une étape d'élimination dudit noyau après l'étape de dépôt des arches (17).
- 3/ Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le noyau (22) est réalisé  
25 en un matériau ferromagnétique.
- 4/ Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'après l'étape de planarisation, on procède au dépôt d'une couche isolante (21), avant dépôt de la couche destinée à former le noyau (22), et en ce qu'après gravure du noyau, on  
30 procède au dépôt d'une couche isolante (24) par dessus le noyau (22).
- 5/ Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape de dépôt d'une couche de passivation au-dessus des arches.

- 6/ Micro-composant électrique du type micro inductance ou micro transformateur, incluant au moins un bobinage inductif, et comprenant une couche de substrat (2), caractérisé en ce que ledit bobinage est formé d'une pluralité de spires adjacentes (19) en série disposées selon une bande, chacune des spires (19) étant constituée :
- 5 – d'un segment (7) de cuivre formé à l'intérieur de canaux (2) gravés dans le substrat (2);
  - d'une arche (18) reliant une extrémité dudit segment (7) à une extrémité du segment de la spire adjacente, en passant au-dessus de ladite bande (3) ;
- 10 7/ Micro-composant selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte un noyau (22) en matériau ferro-magnétique, traversant les spires, et disposé entre les segments (7) et les arches (29).
- 8/ Micro-composant selon la revendication 7, caractérisé en ce que le noyau (32)
- 15 forme une boucle, et en ce qu'il comporte un second bobinage (31) enroulé sur ledit noyau, de manière à former un micro transformateur.
- 9/ Micro-composant selon la revendication 7, caractérisé en ce que le noyau forme un barreau.
- 20
- 10/ Micro-composant selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'espace compris entre les arches des spires adjacentes et rempli d'air.
- 11/ Micro-composant selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'au moins les
- 25 arches sont recouvertes d'une couche de passivation réalisée en un matériau choisi dans le groupe comprenant l'or et les alliages à base d'or.



## PLANCHE 1/5

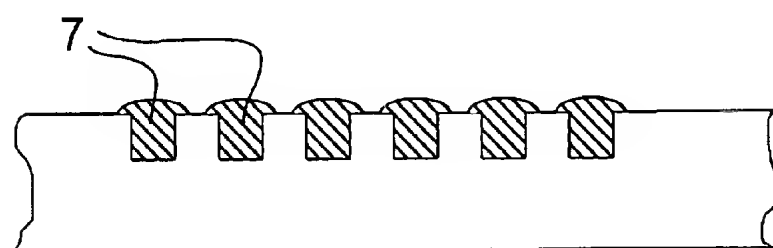
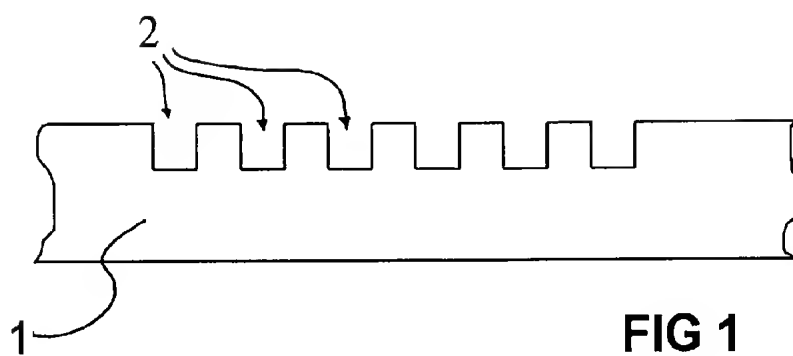


FIG 2

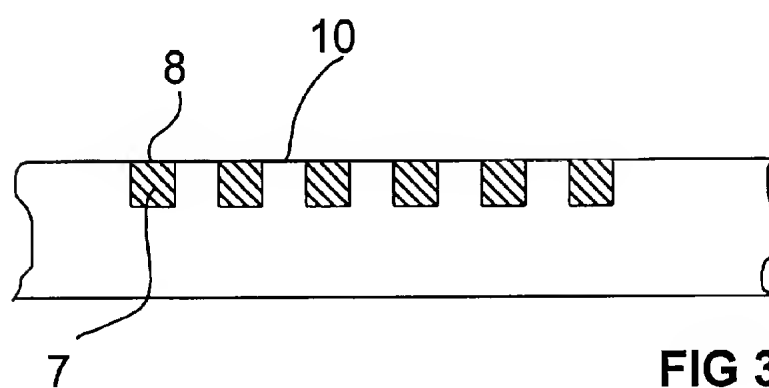
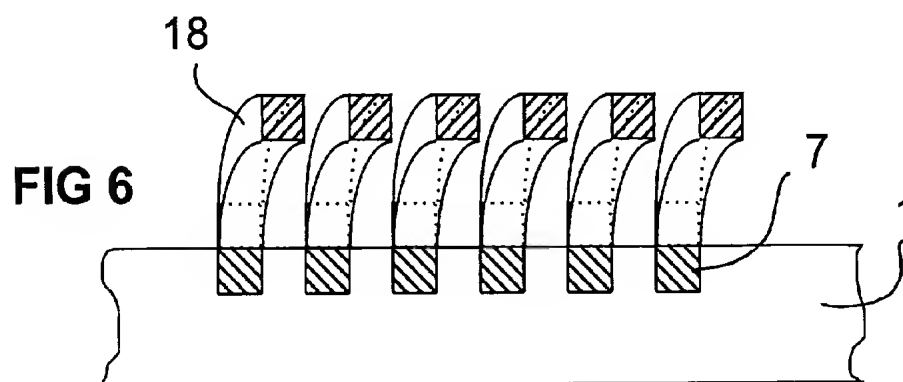
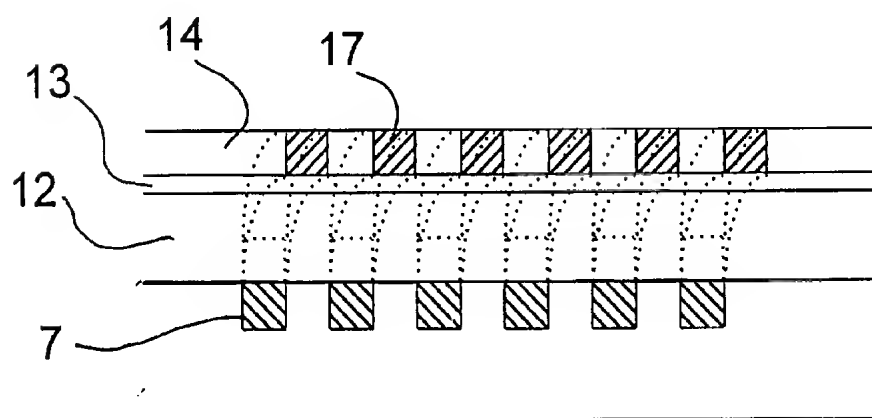
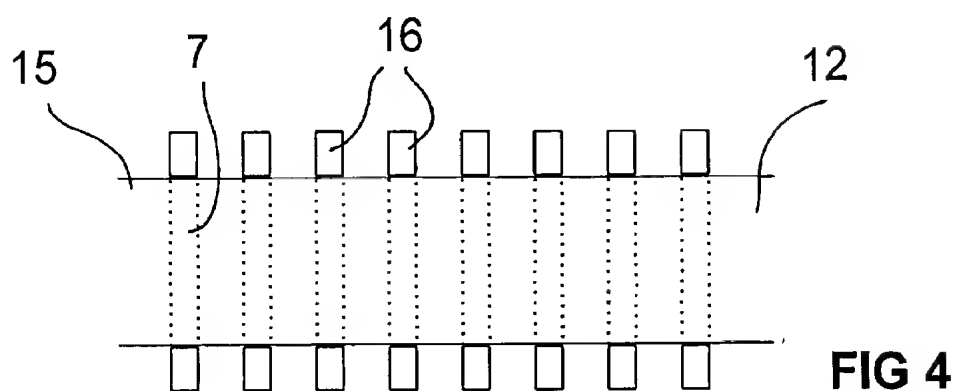
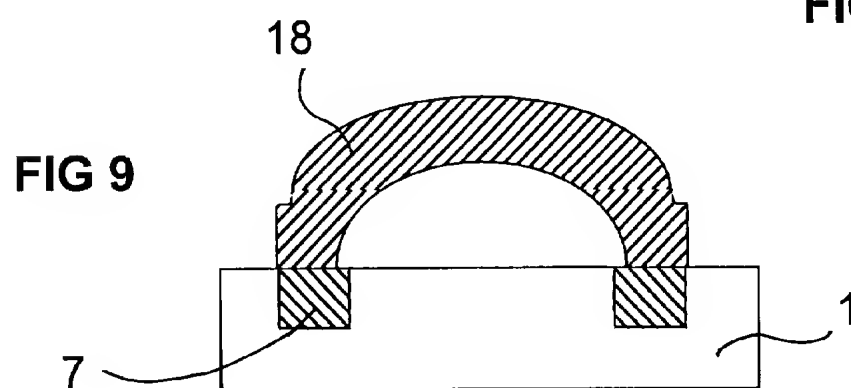
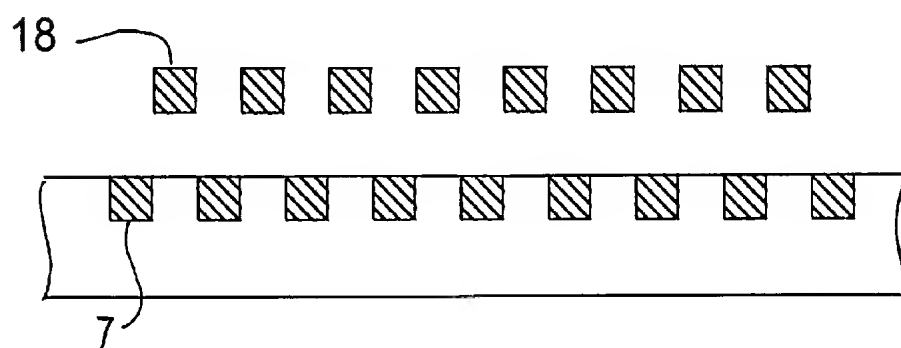
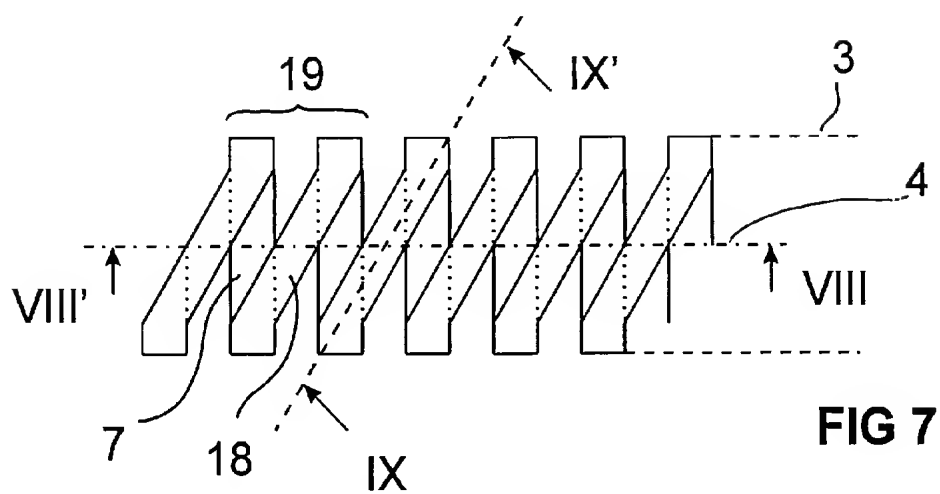


FIG 3

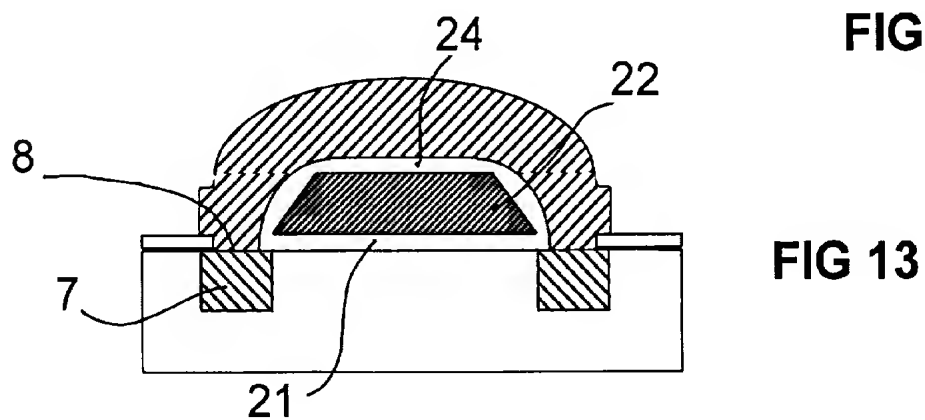
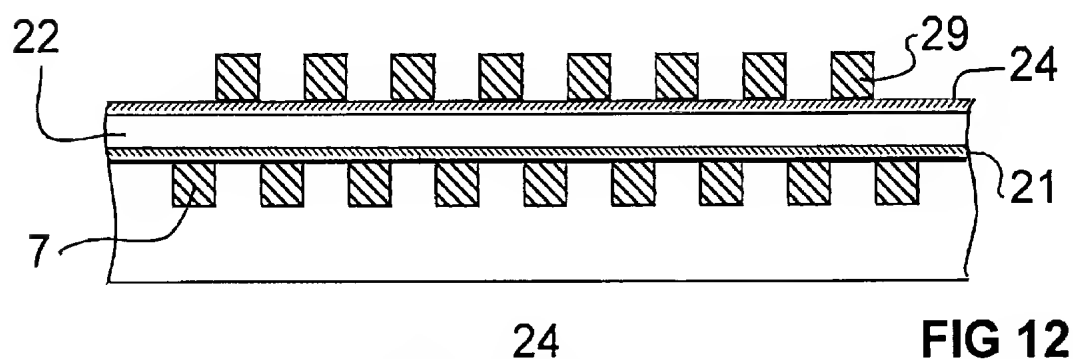
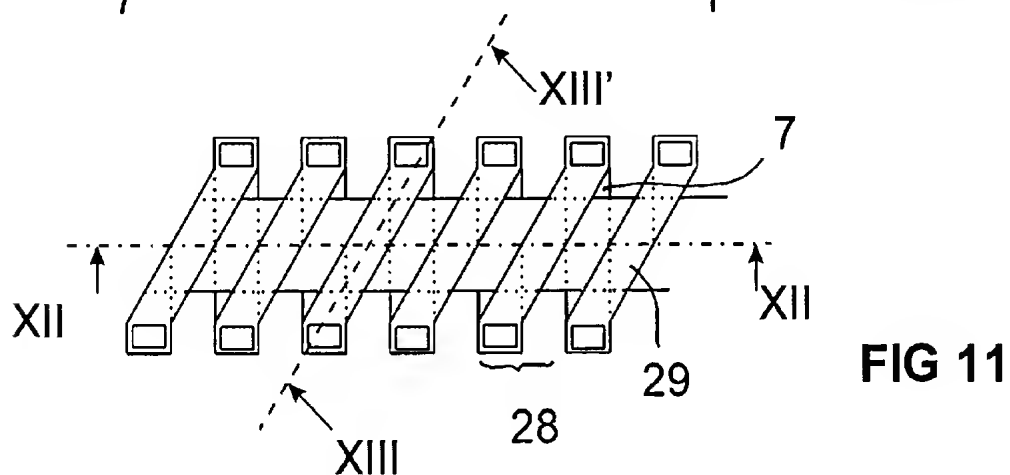
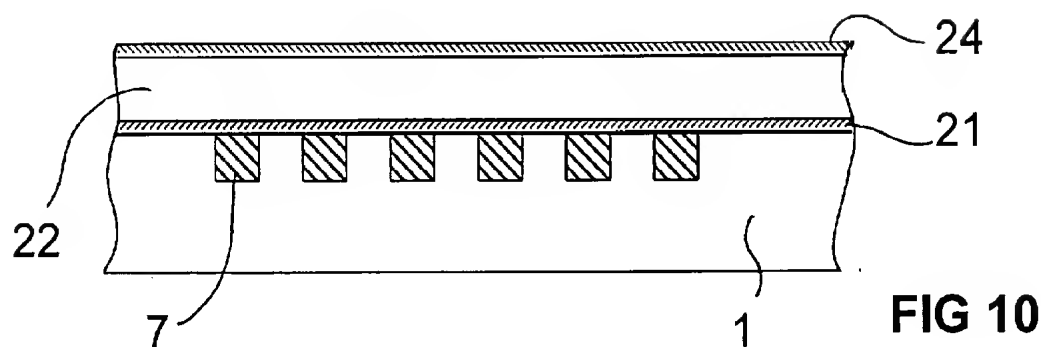
## PLANCHE 2/5



## PLANCHE 3/5



## PLANCHE 4/5



## PLANCHE 5/5

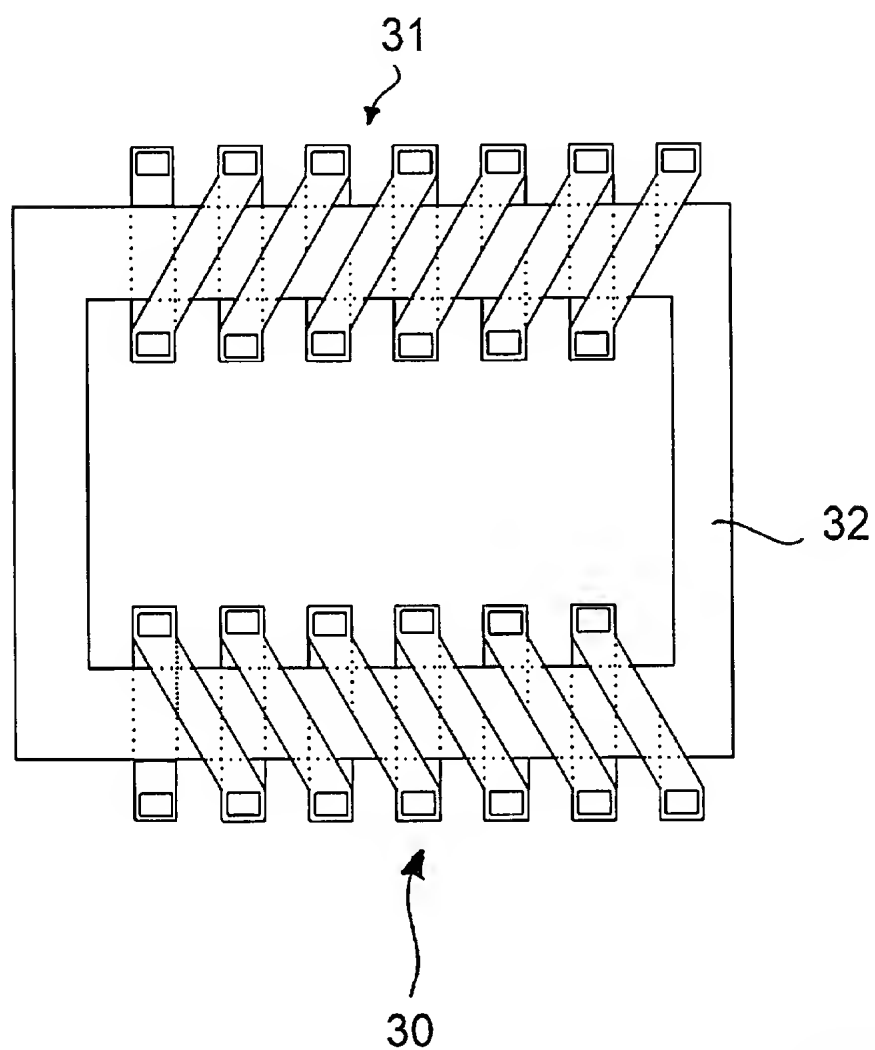


FIG 14

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 577100  
FR 9906433

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS  |   | Revendications<br>concernées<br>de la demande<br>examinée |
|--|---|---|
| Catégorie  | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes  |   |
| X  | US 5 884 990 A (BURGHARTZ JOACHIM NORBERT<br>ET AL) 23 mars 1999 (1999-03-23)<br>* colonne 4, ligne 63 - colonne 5, ligne<br>57 *<br>* colonne 7, ligne 43 - colonne 8, ligne<br>30 *<br>* colonne 9, ligne 1 - ligne 9;<br>revendications 1,2; figures 1,3,9-13 *  | 1-4,6-10  |
| A  | EP 0 727 771 A (AIWA CO)<br>21 août 1996 (1996-08-21)<br>* colonne 4, ligne 23 - colonne 10, ligne<br>16; revendication 40; figures 3-8 *   | 1,3,4,6,<br>7,9   |
| A  | LOECHEL B ET AL: "SENSORS AND ACTUATORS<br>A,CH,ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE"<br>SENSORS AND ACTUATORS A,CH,ELSEVIER<br>SEQUOIA S.A., LAUSANNE,<br>vol. A54, no. 1/03, page 663-667<br>XP000637191<br>ISSN: 0924-4247<br>* page 666, colonne 1, alinéa 4 - page<br>667, colonne 1, alinéa 1; figures 4-6 * | 1,3,5-9,<br>11  |
|  |   | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHES (Int.CL.7)              |
|  |   | H01F  |
| Date d'achèvement de la recherche  |   | Examineur   |
| 11 janvier 2000  |   | Decanniere, L   |
| <p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul<br/>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br/>autre document de la même catégorie<br/>A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication<br/>ou arrière-plan technologique général<br/>O : divulgation non-écrite<br/>P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br/>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br/>à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br/>de dépôt ou qu'à une date postérieure<br/>D : cité dans la demande<br/>L : cité pour d'autres raisons<br/>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> |   |   |